

J. Agron. Indonesia 41 (3) : 188 - 195 (2013)

Pemanfaatan Mikrob Pelarut Fosfat untuk Mengurangi Dosis Pupuk P Anorganik pada Padi Sawah***Utilization of Phosphate Solubilizing Microbe in Reducing the Inorganic-P Fertilizer Rate on Lowland Rice*****Mutiara Dewi Puspitawati^{1*}, Sugiyanta², dan Iswandi Anas³**¹Sekolah Pascasarjana Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia³Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 25 April 2013/Disetujui 5 September 2013

ABSTRACT

Phosphate solubilizing microbes (PSM), consisted of phosphate solubilizing bacteria (PSB) and phosphate solubilizing fungi (PSF), are potentially used to increase available-P and to increase P uptake efficiency of inorganic-P fertilizer. The aims of the experiment were isolating and selecting PSM, testing effectivity of PSM to increase available-P and reducing the rate of inorganic-P fertilizer on integrated crop management (ICM) and system of rice intensification (SRI). The laboratory experiment consisted of isolating and selecting PSM, P-solubilizing index test, P-solubilizing test from different sources and antagonistic test. The treatment on field was inoculation of PSB, PSF and both of PSB+PSF by soaking the root of rice with different levels of inorganic-P fertilizer, i.e. 100, 75 and 50%. The result of laboratory experiment showed the isolate of bacteria BPFA5 (*Pseudomonas aeruginosa*) and fungi FPFE1 (*Aspergillus niger*) had the highest ability of P-solubilizing and they were compatible. The field experiment result showed SRI cultivation system was better than ICM based on growth, yield component, yield, and nutrient-P uptake of grain. The treatment 75% rate inorganic-P fertilizer+PSM (bacteria and fungi) on SRI cultivation system was better in number of productive tillers, yield, and grain P absorption than those other treatments. Application of PSM could reduce the rate of inorganic-P fertilizer until 50% and increase of yield and nutrient-P uptake of straw and grain.

Keywords: integrated crop management, phosphate solubilizing bacteria, phosphate solubilizing fungi, system of rice intensification

ABSTRAK

Mikrob pelarut fosfat (MPF), meliputi bakteri pelarut fosfat (BPF) dan fungi pelarut fosfat (FPF), berpotensi dalam meningkatkan ketersediaan P dan meningkatkan efisiensi penyerapan P dari pupuk P anorganik. Tujuan penelitian adalah mengisolasi dan menyeleksi MPF, menguji efektivitas MPF dalam meningkatkan P tersedia dan mengurangi dosis pupuk P anorganik pada sistem budidaya pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dan system of rice intensification (SRI). Percobaan laboratorium meliputi isolasi dan seleksi MPF, uji indeks pelarutan P, uji pelarutan P dari sumber P sukar larut dan uji antagonistik. Percobaan lapangan meliputi perlakuan dosis pupuk Panorganik yaitu 100%, 75%, 50%, dan kombinasi BPF, FPF, BPF+FPF. MPF diinokulasi menggunakan metode perendaman akar padi. Hasil percobaan laboratorium menunjukkan isolat bakteri BPFA5 (*Pseudomonas aeruginosa*) dan isolat fungi FPFE1 (*Aspergillus niger*) memiliki kemampuan pelarutan P lebih tinggi dan kompatibel dalam satu kultur. Hasil percobaan lapangan menunjukkan bahwa perlakuan sistem budidaya SRI lebih unggul dibandingkan PTT berdasarkan pertumbuhan, komponen hasil, hasil gabah, dan serapan hara P gabah. Perlakuan 75% dosis pupuk P anorganik+MPF (bakteri dan fungi) pada sistem budidaya SRI menghasilkan jumlah anakan produktif, hasil gabah, dan serapan hara P gabah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Aplikasi mikrob pelarut P dapat mengurangi dosis pupuk P anorganik sampai 50% dan meningkatkan hasil gabah dan serapan hara P jerami dan gabah.

Kata kunci: bakteri pelarut fosfat, fungi pelarut fosfat, pengelolaan tanaman terpadu, system of rice intensification

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: mutiarakasman@gmail.com

PENDAHULUAN

Pupuk fosfor (P) memiliki peranan penting dalam meningkatkan produksi padi (*Oryza sativa* L.). Kebutuhan pupuk P pada tanaman padi menurut Doberman dan Fairhurst (2000) adalah 2.6 kg P ha⁻¹ dalam setiap ton gabah. Pemberian dosis pupuk P yang tinggi tidak sejalan dengan ketersediaan P dalam tanah karena sebagian besar P terikat oleh Al, Fe dan Ca sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini menyebabkan penggunaan pupuk P tidak efisien. Pemanfaatan mikrob pelarut P merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan ketersediaan P yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk P anorganik. Valverde *et al.* (2006) melaporkan bahwa inokulasi MPF pada percobaan pot dan lapangan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan asam-asam organik.

Aktivitas mikrob dapat dipengaruhi oleh sistem budidaya. Salah satu sistem budidaya adalah *system of rice intensification* (SRI). Komponen teknologi dasar SRI adalah menggunakan bibit muda 8-15 hari, tanam tunggal dengan jarak tanam lebar dan menjaga kondisi tanah tetap lembab. SRI berkembang dalam budidaya padi ekologis, yang dikenal dengan SRI organik. Prinsip utama metode SRI organik adalah menerapkan asas konservasi, yaitu menggunakan pupuk organik untuk menciptakan lingkungan yang baik dan budidaya padi SRI merupakan budidaya padi hemat air dengan mengoptimalkan pemberian air dengan sistem irigasi pengairan berselang (*intermittent irrigation*). Hasil penelitian Bakrie (2011) menunjukkan bahwa sistem budidaya SRI dengan penggunaan pupuk kimia 50%+pupuk hayati, mampu meningkatkan populasi *Azotobacter*, mikrob pelarut P dan total mikrob dibandingkan dengan konvensional. Sistem budidaya pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dikembangkan berdasarkan potensi lahan dan status hara tanah. Komponen teknologi dasar PTT meliputi (a) penggunaan varietas unggul adaptif dan benih berkualitas, (b) perlakuan benih, (c) tanam bibit muda, (d) pemupukan N berdasarkan bagan warna daun (BWD), (e) pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah melalui uji tanah, (f) pengairan berselang (*intermittent irrigation*), dan (i) pengendalian hama secara terpadu (PHT). Aplikasi mikrob pelarut P pada sistem budidaya padi bertujuan meningkatkan ketersediaan P, sehingga pemberian pupuk P anorganik dapat dikurangi tanpa mengurangi hasil. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) isolasi dan seleksi mikrob pelarut P untuk memperoleh isolat mikrob yang unggul, (2) menguji efektivitas mikrob pelarut P unggul berdasarkan hasil seleksi dalam meningkatkan ketersediaan serta melarutkan P pada sistem budidaya PTT dan SRI, serta (3) mempelajari pengaruh mikrob pelarut P dalam mengurangi dosis pupuk P anorganik pada pertumbuhan dan hasil padi sawah.

BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua percobaan. Percobaan I dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi

Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Oktober 2011 sampai April 2012. Percobaan II dilaksanakan di Kebun Percobaan Sawah Baru, *University Farm*, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Mei sampai Agustus 2012.

Alat yang digunakan pada percobaan I adalah Spektrofotometer Shimadzu UV 1201. Bahan yang digunakan adalah lima sampel pupuk hayati sebagai sumber isolat, media spesifik *Picovskaya*, *nutrient agar*, *nutrient broth*, *potato dextrose agar*, *molasses*, serta sumber P sukar larut (Ca₃(PO₄)₂, AlPO₄, dan FePO₄).

Tahapan pelaksanaan percobaan I meliputi isolasi mikrob pelarut P dari 5 sampel pupuk hayati, menggunakan media *Picovskaya* dengan metode cawan tuang (*pour plate*). Seleksi isolat berdasarkan morfologi koloni (bentuk, warna, ukuran, dan tepi). Murnikan isolat dengan metode penggoresan (*streakplate*) untuk mendapatkan isolat murni. Isolat murni tersebut diuji indeks pelarutan P atau *Phosphate Solubilizing Index* (PSI) pada media *Picovskaya* dengan ditandai pembentukan zona bening di sekitar koloni. Uji pelarutan P juga dilakukan dari berbagai sumber P sukar larut (Ca₃(PO₄)₂, AlPO₄, dan FePO₄). Uji antagonistik dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri dan fungi terbaik yang mampu hidup bersama atau non antagonistik. Isolat bakteri dan fungi terpilih digunakan pada Percobaan II.

Alat yang digunakan pada percobaan II adalah 60 buah bak penanaman yang terbuat dari terpal dengan ukuran 0.75 m x 1.25 m x 0.5 m (p x l x t). Bahan yang digunakan adalah benih padi varietas Ciherang, 250 kg urea ha⁻¹, 100 kg SP36 ha⁻¹, 100 kg KCl ha⁻¹, isolat bakteri terpilih dan isolat fungi terpilih dan sumber tanah dari Sawah Baru, Darmaga, Bogor.

Percobaan II menggunakan rancangan petak terpisah (*splitplot*) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah sistem budidaya (PTT dan SRI) sebagai petak utama dan faktor kedua adalah kombinasi dosis pupuk P anorganik dan mikrob pelarut P sebagai anak petak yaitu kontrol (100% pupuk P anorganik), 75% pupuk P anorganik, 75% pupuk P anorganik + bakteri pelarut P, 75% pupuk P anorganik + fungi pelarut P, 50% pupuk P anorganik, 50% pupuk P anorganik + bakteri pelarut P, 50% pupuk P anorganik + fungi pelarut P, bakteri pelarut P, fungi pelarut P dan bakteri + fungi pelarut P (*mix culture*). Pelaksanaan percobaan meliputi persiapan petak percobaan; pelumpuran tanah yang dilakukan hingga melumpur sempurna; persemaian benih pada waktu yang berbeda. Perbedaan pelaksanaan sistem budidaya PTT dan SRI disajikan pada Tabel 1. Pemberian 250 kg urea ha⁻¹ (N = 46.32%) diberikan tiga kali dan masing-masing sebanyak 1/3 dosis pada 1, 4, dan 6 minggu setelah tanam (MST). Pupuk SP36 diaplikasikan dengan dosis berbeda pada masing-masing perlakuan, dengan dosis 100% adalah 100 kg SP36 ha⁻¹ (P₂O₅ = 36.52%). Pupuk KCl dengan dosis 100 kg ha⁻¹ (K₂O = 62.62%) diberikan pada 1 MST. Aplikasi pupuk dilakukan dengan cara disebar (*top dressing*). Pemberian perlakuan bakteri dan fungi pelarut P dilakukan pada saat pindah tanam dengan mencelupkan akar bibit padi ke dalam suspensi bakteri dan fungi pelarut P (tergantung perlakuan) selama lima menit dengan dosis

Tabel 1. Perbedaan pelaksanaan sistem budidaya padi PTT dan SRI

| Komponen budidaya | Sistem budidaya | |
|-------------------|--|--------------------------|
| | PTT | SRI |
| Umur bibit | 17 HSS | 10 HSS |
| Jumlah bibit | 2 bibit per lubang tanam | 1 bibit per lubang tanam |
| Jarak tanam | 25 cm x 12.5 cm x 50 cm (jajar legowo 2:1) | 25 cm x 25 cm |
| Pengelolaan air | Pengairan berselang (<i>intermittent irrigation</i>) | Kondisi macak-macak |

Keterangan: PTT = pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *system of rice intensification*; HSS = hari setelah semai

4 L ha⁻¹ x 10⁹. Penyulaman dilakukan sampai umur 4 MST, penyiangan pada umur 5 dan 10 MST. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara alami ataupun kimia dengan menggunakan insektisida dan fungisida. Kriteria panen adalah 85% gabah menguning dan daun bendera sudah menguning.

Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi, bobot gabah isi, persentase gabah isi, bobot 1,000 butir gabah, hasil gabah, dan serapan hara P tajuk dan gabah. Analisis data dilakukan dengan metode sidik ragam dan apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Seleksi Bakteri dan Fungi Pelarut P

Isolasi dan seleksi mikrob pelarut P menghasilkan 16 isolat murni yang terdiri atas 10 isolat bakteri dan 6 isolat fungi (Tabel 2). Hasil seleksi menunjukkan indeks pelarutan P yang tinggi dan memiliki kemampuan tumbuh yang cepat diperoleh dari isolat bakteri BPFA2 dan BPFA5 dengan nilai 2.22 dan 1.92. Indeks pelarutan P yang tinggi dan memiliki kemampuan tumbuh yang cepat diperoleh dari isolat fungi FPFA2 dan FPFC1 dengan nilai 1.38 dan 1.19. Luas zona bening di sekitar koloni menjelaskan kemampuan bakteri

Tabel 2. Kemampuan tumbuh, indeks pelarutan P, dan kemampuan melarutkan P dari 3 sumber P sukar larut oleh bakteri dan fungi pelarut P

| | | Indeks pelarutan P (mm) | | | Sumber P (ppm P) | | |
|-------------------|-------------|-------------------------|----------------------|------|---|-------------------|-------------------|
| | Kode isolat | Diameter koloni | Diameter zona bening | PSI | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | FePO ₄ | AlPO ₄ |
| Bakteri pelarut P | BPFA1 | 6.8 | 11.4 | 1.69 | 244.7 | 391.5 | 43.4 |
| | BPFA2 | 5.8 | 12.8 | 2.22 | 259.9 | 379.7 | 45.1 |
| | BPFA3 | 4.2 | 8.1 | 1.93 | 266.6 | 367.9 | 58.4 |
| | BPFA4 | 8.5 | 15.4 | 1.82 | 258.2 | 433.7 | 56.4 |
| | BPFA5 | 7.3 | 13.9 | 1.92 | 278.4 | 499.5 | 65.1 |
| | BPFA6 | 9.2 | 16.6 | 1.80 | 212.6 | 520.7 | 93.4 |
| | BPFB1 | 4.6 | 2.0 | 0.44 | 135.0 | 494.4 | 68.4 |
| | BPFC1 | 9.2 | 11.2 | 1.22 | 305.4 | 470.8 | 130.1 |
| | BPFE1 | 5.1 | 8.7 | 1.70 | 200.8 | 421.9 | 63.4 |
| | BPFE2 | 5.9 | 5.9 | 0.99 | 234.6 | 507.2 | 48.4 |
| Fungi pelarut P | FPFA1 | 30.8 | 0.0 | 0.00 | 266.6 | 383.0 | 58.4 |
| | FPFA2 | 16.3 | 22.5 | 1.38 | 290.2 | 393.2 | 95.1 |
| | FPFA3 | 19.5 | 0.0 | 0.00 | 229.5 | 388.1 | 66.7 |
| | FPFC1 | 18.1 | 21.5 | 1.19 | 189.0 | 403.3 | 226.9 |
| | FPFC2 | 23.5 | 25.0 | 1.06 | 384.7 | 423.5 | 108.5 |
| | FPFE1 | 22.3 | 26.5 | 1.19 | 537.3 | 467.4 | 55.1 |
| | Kontrol | - | - | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Keterangan: PSI = *phosphate Solubilizing Index*; - = tidak diamati

dan fungi secara kualitatif dalam melarutkan P bervariasi tergantung sifat genetik dari masing-masing mikroba dalam memproduksi asam organik yang berperan dalam menentukan kemampuan pelarutan P (Chen *et al.*, 2006; Mittal *et al.*, 2008). Pengamatan variabel kuantitatif pelarutan P dari berbagai sumber P sukar larut setelah 72 jam, tersaji pada Tabel 2. Pelarutan P yang tinggi dari sumber kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) diperoleh dari isolat bakteri BPFC1 dan BPFA5 serta isolat fungi FPFC2 dan FPFE1. Pelarutan P yang tinggi dari sumber aluminium fosfat (AlPO_4) diperoleh dari isolat bakteri BPFA6 dan BPFC1 serta isolat fungi FPFC1 dan FPFC2, sedangkan dari sumber besi fosfat (FePO_4) diperoleh dari isolat bakteri BPFA6 dan BPFE2 serta isolat fungi FPFC2 dan FPFE1.

Secara umum rata-rata persentase pelarutan P dari sumber besi fosfat lebih tinggi dibandingkan dengan Aluminium fosfat dan kalsium fosfat. Barroso dan Nahas (2005) menyatakan fungi mampu melarutkan Fe-P sebanyak 88% dibandingkan dengan Al-P (58%) dan Ca-P (39%) pada kisaran pelarutan 0-500 mg PO_4 . Kemampuan pelarutan fungi dari sumber aluminium fosfat lebih tinggi dibandingkan bakteri. Banik dan Dey (1982) menyatakan bahwa fungi pelarut lebih efektif melarutkan P dalam bentuk aluminium fosfat (kondisi masam), sedangkan bakteri lebih efektif melarutkan P dalam bentuk kalsium fosfat (kondisi basa). Isolat bakteri BPFC1 dan BPFA5 menghasilkan nilai pelarutan P tertinggi dari sumber kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), hal ini menunjukkan mikroba tersebut memiliki kemampuan pelarutan P yang tinggi pada kondisi alkali.

Uji antagonistik bertujuan mengetahui kemampuan bakteri dan fungi untuk hidup secara sinergis dalam satu cawan dan memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi. Hasil uji antagonistik menunjukkan bahwa isolat bakteri BPFA5 (*Pseudomonas aeruginosa*) dan isolat fungi FPFE1 (*Aspergillus niger*) menunjukkan gejala non antagonistik (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa kedua isolat tersebut mampu hidup secara sinergis dalam satu kultur dan diaplikasikan pada percobaan II di lapang.

Pengaruh Mikrob Pelarut P terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi

Hasil pengamatan tinggi tanaman dan jumlah anakan menunjukkan bahwa sistem budidaya SRI menghasilkan

tinggi tanaman dan jumlah anakan yang lebih tinggi dibandingkan PTT (Tabel 4, Gambar 1). Tidak terjadi perbedaan pada perlakuan kombinasi pemupukan. Perbedaan tinggi tanaman dan jumlah anakan pada kedua sistem budidaya diduga karena SRI menggunakan jarak tanam lebar, sehingga memacu tanaman untuk tumbuh maksimal dan menghasilkan banyak anakan. Jarak tanam lebar juga memberi kesempatan kepada akar untuk tumbuh dan menyebar luas sehingga meningkatkan penyerapan air dan unsur hara di dalam tanah serta mengurangi kompetisi antar tanaman (Masdar, 2005; Bakrie, 2011).

Penggunaan mikrob pelarut P menghasilkan jumlah anakan produktif yang lebih tinggi dibandingkan kontrol (100% pupuk P anorganik). Pengurangan dosis pupuk P anorganik sampai 50% + mikrob pelarut P pada sistem budidaya SRI menghasilkan jumlah anakan produktif yang tidak berbeda dibandingkan dengan kontrol (100% dosis pupuk P anorganik) (Gambar 1). Hal ini berarti dosis pupuk P anorganik dapat dikurangi sampai 50% dengan penambahan mikrob pelarut P pada sistem budidaya SRI. Salah satu prinsip teknologi sistem budidaya SRI adalah menjaga kondisi tanah lembab atau macak-macak (aerob), hal ini mendukung aktivitas mikrob pelarut P yang menyukai kondisi aerobik. Bakrie (2011) melaporkan bahwa jumlah anakan produktif pada perlakuan 50% pupuk anorganik + 200 kg organik hayati pada sistem budidaya SRI menghasilkan jumlah anakan produktif yang lebih banyak dibandingkan dengan 100% dosis pupuk P anorganik.

Inokulasi mikrob pelarut P melalui pencelupan meningkatkan efektivitas aktivitas mikrob yang berada di rizosfer yang secara aktif berperan dalam transformasi P di tanah dan mentransportasikannya ke tanaman, sehingga dapat mengatasi kekurangan P tersedia di tanah (Das *et al.*, 2008). Unsur P sangat diperlukan tanaman padi sejak awal pertumbuhan. P berfungsi memacu pembentukan akar dan penambahan jumlah anakan, disamping itu juga mempercepat pembungaan dan pemasakan gabah (Doberman dan Fairhurst, 2000).

Komponen Hasil

Sistem budidaya menunjukkan pengaruh nyata terhadap panjang malai, jumlah gabah isi, bobot gabah isi, persentase gabah isi, bobot 1,000 butir gabah, dan hasil gabah. Perlakuan kombinasi pemupukan berpengaruh nyata terhadap persentase gabah isi. Interaksi antar kedua perlakuan terhadap hasil gabah yang tersaji pada Tabel 5.

Panjang malai pada sistem budidaya PTT lebih panjang dibandingkan dengan sistem budidaya SRI. Sistem budidaya SRI menghasilkan jumlah gabah isi per rumpun, bobot gabah isi, persentase gabah isi, dan bobot 1,000 butir gabah yang lebih tinggi dibandingkan sistem budidaya PTT. Perlakuan kombinasi pemupukan, penggunaan mikrob pelarut P menghasilkan persentase gabah isi yang tidak berbeda dengan kontrol. Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi 50% pupuk P anorganik + mikrob pelarut P tidak berbeda nyata dengan kontrol (100% pupuk P anorganik). Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mikrob

Tabel 3. Uji antagonistik antara bakteri pelarut P dan fungi pelarut P

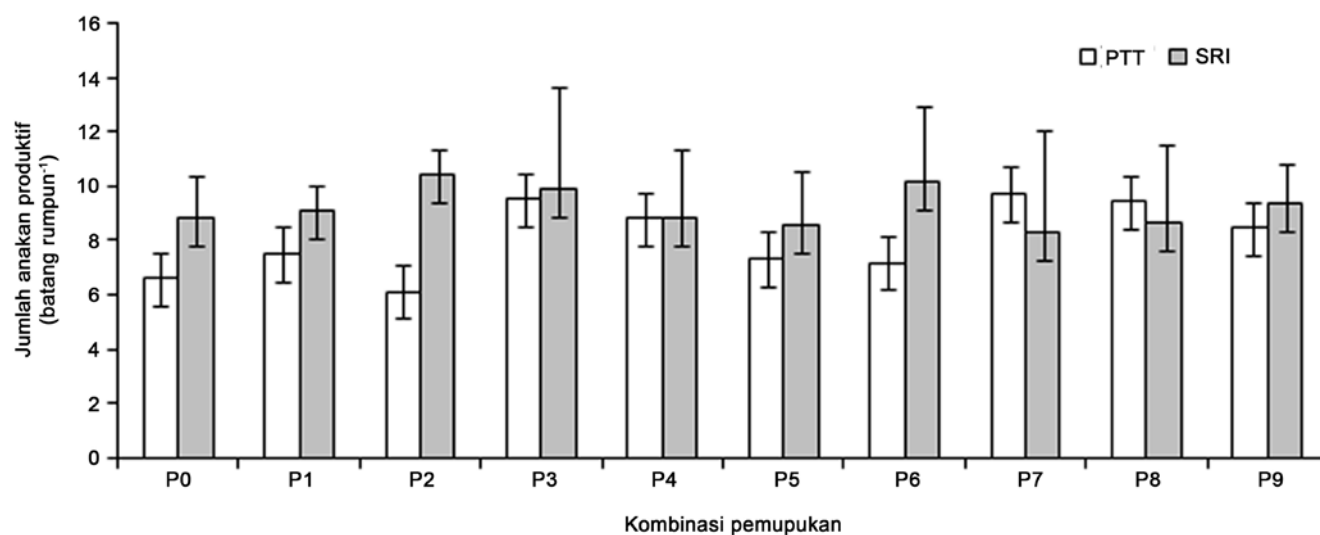
| Isolat fungi pelarut P | Isolat bakteri pelarut P | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | BPFA2 | BPFA5 | BPFA6 | BPFC1 | BPFE2 |
| FPFA2 | - | + | - | - | + |
| FPFC1 | + | + | + | + | + |
| FPFC2 | + | + | | + | + |
| FPFE1 | + | - | + | + | + |

Keterangan: + = Antagonistik; - = non antagonistik

Tabel 4. Pengaruh sistem budidaya dan kombinasi pemupukan terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan pada tanaman padi

| | Tinggi tanaman (cm) | | | | Jumlah anakan (batang rumpun ⁻¹) | | | |
|----------------------------------|------------------------|------|--------|--------|---|-------|------|-------|
| | 3 | 5 | 7 | 9 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | Minggu setelah tanam | | | | Minggu setelah tanam | | | |
| Sistem budidaya | | | | | | | | |
| PTT | 50.0a | 79.6 | 99.9b | 105.5b | 2.42b | 6.59b | 7.4b | 9.3b |
| SRI | 48.2b | 81.5 | 103.3a | 114.5a | 3.35a | 8.2a | 9.9a | 10.8a |
| Kombinasi pemupukan | | | | | | | | |
| 100% pupuk P anorganik | 50.2 | 81.4 | 101.2 | 112.3 | 3.4 | 7.6 | 8.4 | 9.4 |
| 75% P anorganik | 50.3 | 81.3 | 103.3 | 111.5 | 2.8 | 6.4 | 8.5 | 9.5 |
| 75% P anorganik + BPF | 50.0 | 78.8 | 99.6 | 104.7 | 2.7 | 7.6 | 8.0 | 9.6 |
| 75% Panorganik + FPF | 48.4 | 81.4 | 102.5 | 109.9 | 3.2 | 8.0 | 9.0 | 10.9 |
| 50% P anorganik | 49.2 | 81.9 | 100.9 | 111.0 | 2.8 | 7.8 | 8.7 | 10.3 |
| 50% P anorganik + BPF | 49.2 | 81.2 | 100.6 | 108.7 | 2.8 | 7.8 | 9.1 | 10.1 |
| 50% P anorganik + FPF | 45.8 | 75.2 | 98.3 | 106.3 | 2.4 | 5.9 | 8.7 | 9.9 |
| BPF | 50.4 | 81.7 | 103.6 | 112.4 | 3.2 | 7.8 | 9.0 | 10.2 |
| FPF | 50.2 | 83.9 | 103.9 | 112.2 | 3.1 | 7.4 | 8.5 | 9.8 |
| BPF + FPF (<i>mix culture</i>) | 47.5 | 78.9 | 102.5 | 110.8 | 2.4 | 7.6 | 8.8 | 10.6 |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$; BPF = Bakteri pelarut fosfat; FPF = Fungi pelarut fosfat; PTT = Pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *System of rice intensification*

Gambar 1. Pengaruh interaksi antara sistem budidaya dan kombinasi pemupukan terhadap jumlah anakan produktif pada tanaman padi; PTT = Pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *System of rice intensification*

pelarut P (bakteri dan fungi pelarut P) dapat meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman, sehingga mensubstitusi penggunaan pupuk anorganik.

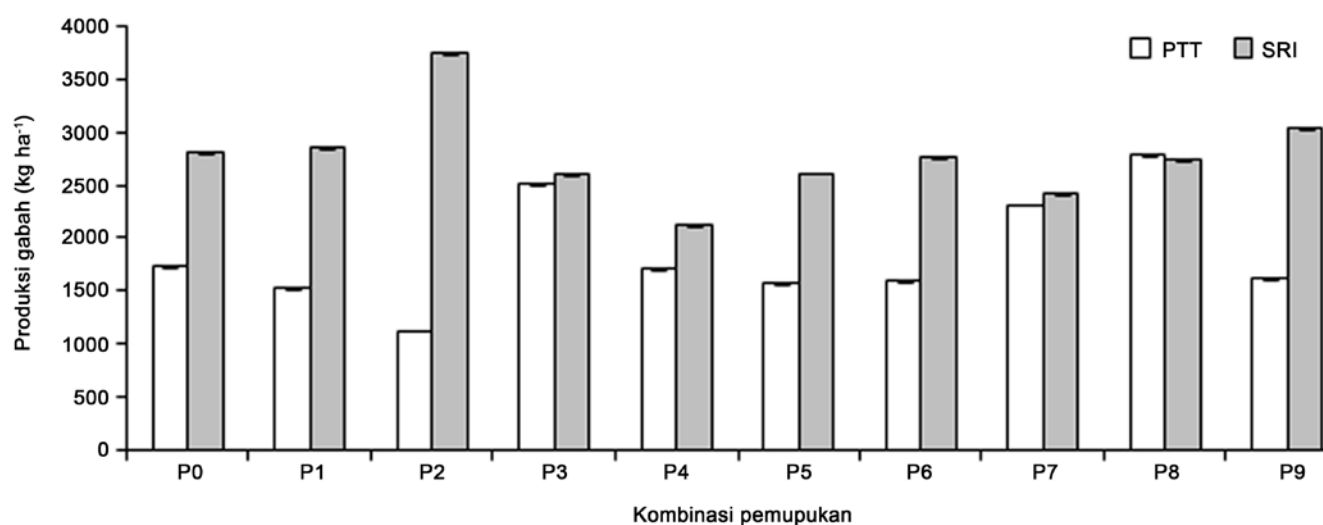
Secara umum hasil gabah per hektar varietas Ciherang pada sistem budidaya SRI lebih tinggi daripada sistem budidaya PTT. Perlakuan 75% dosis pupuk P anorganik+bakteri pelarut P pada sistem budidaya SRI menghasilkan hasil gabah tertinggi dibandingkan perlakuan

lainnya (Gambar 2). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan 50% dosis pupuk P anorganik+mikrob pelarut P menghasilkan hasil gabah yang tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol. Penggunaan bakteri pelarut P yang dikombinasikan dengan pupuk fosfat alam mampu meningkatkan bobot kering tanaman kedelai sampai 29% dibandingkan tanpa bakteri. Hal tersebut diduga karena ada peran bakteri untuk meningkatkan hasil (Noor, 2003).

Tabel 5. Pengaruh sistem budidaya dan kombinasi pemupukan terhadap komponen hasil tanaman padi

| | Panjang malai (cm) | Jumlah gabah isi per rumpun (butir) | Bobot gabah isi (g) | Persentase gabah isi (%) | Bobot 1,000 butir gabah (g) |
|----------------------------------|-----------------------|--|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Sistem budidaya | | | | | |
| PTT | 25.4a | 639.8b | 13.0b | 59.1b | 21.4b |
| SRI | 24.6b | 1195.8a | 25.4a | 76.8a | 23.5a |
| Kombinasi pemupukan | | | | | |
| 100% pupuk P anorganik | 24.8 | 857.3 | 17.7 | 64.1abc | 23.0 |
| 75% pupuk P anorganik | 24.8 | 838.7 | 16.6 | 72.4ab | 22.1 |
| 75% pupuk P anorganik + BPF | 24.7 | 758.8 | 17.2 | 53.6c | 19.2 |
| 75% pupuk Panorganik + FPF | 25.4 | 1088.8 | 22.8 | 78.0a | 23.5 |
| 50% pupuk P anorganik | 24.7 | 957.0 | 18.8 | 65.2abc | 22.7 |
| 50% pupuk P anorganik + BPF | 25.0 | 800.2 | 17.6 | 57.1bc | 22.2 |
| 50% pupuk P anorganik + FPF | 24.9 | 887.7 | 19.0 | 69.1abc | 22.7 |
| BPF | 25.3 | 1109.1 | 23.7 | 76.9a | 23.6 |
| FPF | 25.2 | 1000.0 | 20.5 | 79.5a | 23.6 |
| BPF + FPF (<i>mix culture</i>) | 25.1 | 787.1 | 18.1 | 63.5abc | 23.0 |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$; BPF = Bakteri Pelarut Fosfat; FPF = Fungi Pelarut Fosfat; PTT = Pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *System of rice intensification*



Gambar 2. Pengaruh sistem budidaya dan kombinasi pemupukan terhadap produksi gabah per hektar; PTT = Pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *System of rice intensification*

Analisis Serapan Hara P

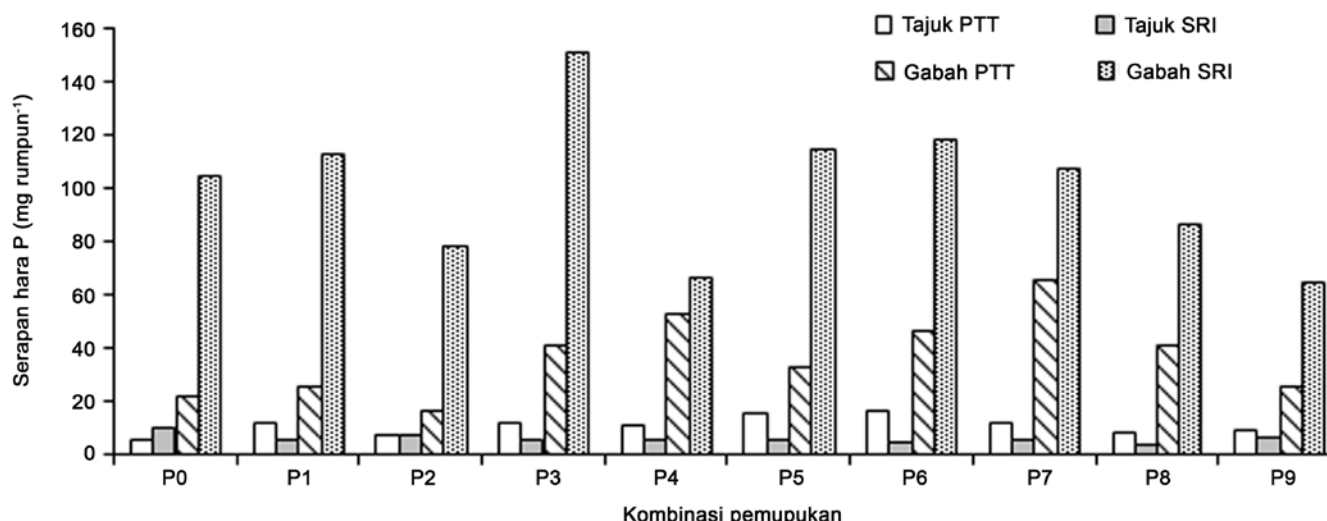
Serapan hara P tajuk pada sistem budidaya PTT lebih tinggi dibandingkan SRI, sedangkan serapan hara gabah pada sistem budidaya SRI lebih tinggi dibandingkan PTT (Gambar 3). Perlakuan kombinasi 50% dosis pupuk P anorganik+fungi pelarut P pada sistem budidaya PTT menghasilkan serapan hara tajuk yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Serapan hara gabah pada kombinasi pemupukan 75% dosis pupuk P anorganik+fungi pelarut P pada sistem budidaya SRI menghasilkan serapan

hara P gabah lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Gambar 3 menunjukkan bahwa serapan hara P gabah pada perlakuan 50% dosis pupuk P anorganik+mikrob pelarut P lebih tinggi dibandingkan perlakuan 50% dosis pupuk P anorganik dan hampir sama dengan 100% pupuk P anorganik pada sistem budidaya SRI. Penggunaan mikrob pelarut P baik bakteri maupun fungi pelarut P secara tunggal maupun *mix culture* menghasilkan serapan hara P gabah lebih rendah. Serapan P tanaman sangat ditentukan oleh konsentrasi P dalam tanah serta kemampuan tanaman dalam menyerap unsur P dalam tanah (Darman, 2008).

Pemanfaatan pupuk hayati yang mengandung mikroba pelarut P mampu meningkatkan serapan hara P. Serapan hara P pada perlakuan 50% pupuk hayati+50% anorganik menghasilkan serapan hara P 128.10 mg pot⁻¹ (Wibowo *et al.*, 2009).

Unsur hara P digunakan tanaman sebagai sumber energi, proses fotosintesis, glikolisis dan perkembangan

akar (Doberman dan Fairhurst, 2000). Tingginya serapan hara P pada gabah dibandingkan pada tajak diduga karena hara P yang diserap tanaman ditranslokasi lebih banyak ke gabah sebagai *sink* yang paling kuat pada tanaman. Saat fase pengisian gabah, tanaman memerlukan P sebagai sumber energi untuk pengisian dan pematangan gabah.



Gambar 3. Analisis serapan hara P tajak dan gabah pada perlakuan sistem budidaya dan kombinasi pemupukan; P0 kontrol (100% pupuk P anorganik); P1 = 75% pupuk P anorganik; P2 = 75% pupuk P anorganik + bakteri pelarut P; P3 = 75% pupuk P anorganik + fungi pelarut P; P4 = 50% pupuk P anorganik; P5 = 50% pupuk P anorganik + bakteri pelarut P; P6 = 50% pupuk P anorganik + fungi pelarut P; P7 = bakteri pelarut P; P8 = fungi pelarut P; P9 = bakteri + fungi pelarut P (mix culture); PTT = Pengelolaan tanaman terpadu; SRI = *System of rice intensification*

KESIMPULAN

Isolat yang diperoleh pada penelitian ini adalah bakteri pelarut P isolat BPFA5 (*Pseudomonas aeruginosa*) dan fungi pelarut P isolat FPFE1 (*Aspergillus niger*) memiliki kemampuan pelarutan P lebih tinggi dan bersifat non antagonis. Hasil percobaan lapangan menunjukkan bahwa pertumbuhan, komponen hasil, hasil gabah, dan serapan hara P gabah lebih tinggi pada sistem budidaya SRI dibandingkan sistem budidaya PTT. Kombinasi 75% dosis pupuk P anorganik+mikrob pelarut P (bakteri dan fungi) pada sistem budidaya SRI menghasilkan jumlah anakan produktif, hasil gabah, dan serapan hara P gabah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Aplikasi mikrob pelarut P dapat mengurangi dosis pupuk P anorganik sampai 50% dan meningkatkan hasil gabah dan serapan hara P jerami dan gabah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Bioteknologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB dan Kebun Percobaan Sawah Baru, *University Farm*, IPB.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakrie, M.M. 2011. Aplikasi pupuk anorganik dan organik hayati pada budidaya padi SRI (*System of Rice Intensification*). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Banik, S., B.K. Dey. 1982. Available phosphate content in alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate-solubilizing micro-organisms. *Plant Soil* 69:353-364.
- Barroso, C.B., E. Nahas. 2005. The status of soil phosphate fractions and the ability of fungi to dissolve hardly soluble phosphates. *Appl. Soil Ecol.* 29:73-83.
- Chen, Y.P., P.D. Rekha, A.B. Arun, F.T. Shen, W.A. Lai, C.C. Young. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing ability. *App. Soil Ecol.* 34:33-41.
- Darman, S. 2008. The availability and uptake of phosphorous nutrient by sweet corn in palolo oxic dystrodepts added with extract of cacao fruit waste compost. *J. Agroland* 15:323-329.

- Das, K., R. Dang, T.N. Shivananda. 2008. Influence of bio-fertilizers on the availability of nutrients (N, P and K) in soil in relation to growth and yield of *Stevia rebaudiana* grown in South India. Int. J. Appl. Res. Nat. Product 1:20-24.
- Doberman, A., T. Fairhurst. 2000. Nutrient Disorders and Nutrient Management. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Masdar. 2005. Interaksi jarak tanam dan jumlah bibit per titik tanam pada sistem intensifikasi padi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Akta Agrosia 1:92-98.
- Mittal, V., O. Singh, H. Nayyar, J. Kaura, R. Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). Soil Biol. Biochem. 40:718-727.
- Noor, A. 2003. Pengaruh fosfat alam dan kombinasi bakteri pelarut fosfat dengan pupuk kandang terhadap P tersedia dan pertumbuhan kedelai pada ultisol. Bul. Agron. 31:100-106.
- Valverde, A., A. Burgos, T. Fiscella, R. Rivas, E. Velazquez, C. Rodriguez-Barrueco, E. Cervantes, M. Chamber, J.M. Igual. 2006. Differential effects of co inoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* c-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. Plant Soil 287:43-50.
- Wibowo, S.T., Hamim, A. T. Wahyudi. 2009. Kandungan IAA, serapan hara, pertumbuhan dan produksi jagung dan kacang tanah sebagai respon terhadap aplikasi pupuk hayati. J. Ilmu Pertanian Indonesia 14:177-183.